

## **Evaluación biológica del qauchi (*Suaeda fruticosa* Moq.) al incremento de la salinidad asociada al tipo de suelo y estado de la semilla**

Fabiola Erika Morón Galarza<sup>1</sup>; Erick Morón R. <sup>2</sup>; Edwin Iquize V.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Técnica de Oruro-FCAV, <sup>2</sup>CAEMCO, <sup>3</sup>Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal

e-mail: fabi\_dehm@hotmail.com, loviverick@hotmail.com, e\_iquize\_v@hotmail.com

### **Resumen**

Uno de los problemas que afecta a la agricultura es la salinidad, por otra parte el Qauchi (*Suaeda fruticosa* Moq.) especie halófito se constituye en una alternativa forrajera, por tanto el presente estudio se planteó para conocer los límites de tolerancia por el Qauchi y evaluar la respuesta biológica de tres concentraciones de cloruro de sodio en dos tipos de suelo asociado al estado de semilla (periantada, limpia y embriones), su efecto sobre su germinación y crecimiento fenológico desplazado en tres fases. En la fase 1 (siembra): los efectos de los factores tierra y las concentraciones de sal, fueron altamente significativos, esto indica que la mayor emergencia presente en el suelo agrícola se debe a las mejores características físicas, químicas que favorecen este proceso. En la fase 2 (trasplante) la respuesta vegetativa de las variables crecimiento en longitud, grosor del tallo, desarrollo foliar en el tallo es mayor con una concentración de 2 g/l de NaCl, esto indica que en suelo agrícola se tiene mayor desarrollo que en el salino, debido a las condiciones favorables del suelo que influyen sobre su crecimiento y desarrollo. En la fase 3 (Germinación), el estado de semilla, los niveles de concentración de NaCl tuvieron efecto significativo. En este sentido es necesario realizar pruebas de siembra en campo, con la utilización de estados de semilla. Respecto a la tolerancia a la salinidad, un estudio detallado de los niveles de salinidad en que se encuentran los suelos podrá identificar sitios con este problema.

**Palabras clave:** Qauchi, Salinidad, Trasplante, Tolerancia, Desarrollo.

### **Abstract**

One of the problems affecting agriculture is salinity, on the other hand the Qauchi (*Suaeda fruticosa* Moq.) Halophyte species constitutes alternative forage, therefore the present study was to know the limits of tolerance for the Qauchi and evaluate the biological response of three concentrations of sodium chloride on two types of soil associated with the State of seed (technically flowers with stamens, clean and embryos), its effect on germination and growth phenology in three phases. In phase1 (seeding): effects of soil factors and concentrations of salt were highly significant, indicating that the higher emergency present in agricultural soil is the best physical, chemical characteristics that favor this process. In phase 2 (transplant) vegetative response of the variable growth in length, stem thickens, leaf development in the stem is greater with the concentration of 2g/l NaCl, indicating in agricultural soil must be greater development than the saline, due to favorable soil conditions that influence its growth and development. In phase 3 (germination), the state of seed, the concentration of NaCl levels had significant effect. In this sense, it is necessary to perform seeding tests in field, with respect to tolerance to salinity, a detailed study of the levels of salinity in which soils area can identify sites with this problem.

**Keywords:** Qauchi, Salinity, Transplantation, Tolerance and Development.

## Introducción

En la actualidad se considera que el 20 % de los suelos cultivables a nivel mundial están afectados por la salinidad (Urbano T., 1999), que conduce a la reducción productiva, debido a que la mayor actividad agrícola se realiza en tierras áridas, semiáridas y utilizando para el riego aguas con distintas concentraciones de sales. Esta acumulación salina, favorece al proceso de desertificación, el mismo que en el caso particular en la cuenca cerrada del altiplano boliviano y en especial la región que corresponde al departamento de Oruro, tiende a incrementarse a niveles que harán insostenible cualquier actividad biológica.

En estas condiciones ambientales, las especies halófitas particularmente el qauchi, (*Suaeda fruticosa*, Moq.), se constituye en la principal especie forrajera, para continuar haciendo productivos estos suelos destinados a la ganadería de la zona, sobre la que se sustenta la seguridad alimentaria de productores, y que genera una significativa actividad económica.

Por lo expuesto, es necesario conocer los límites de tolerancia a la salinidad por esta especie; cuyos resultados permitirán tomar acciones tendientes a mitigar y evitar el incremento de la salinidad edáfica, dentro el ámbito de su distribución natural y mantener la sostenibilidad productiva. Por otra parte, desde el punto de vista agronómico y biológico,

se tienen vacíos respecto al conocimiento del estado de semilla a ser utilizada para la siembra, destinada a la obtención de una mayor emergencia de plántulas que posibiliten una mayor cobertura vegetal y su respuesta al incremento a la salinidad edáfica.

## Materiales y Métodos

La presente investigación se llevó a cabo el año 2011 en la ciudad de Oruro de la Provincia Cercado del Departamento de Oruro. Geográficamente se sitúa a los 17°30'55" de latitud sud y a 68°13'59" de longitud oeste a una altitud de 3710 m.s.n.m., se utilizó semilla de Qauchi como material vegetal y cloruro de sodio.

El trabajo de investigación está desarrollado en tres fases, la primera corresponde a la siembra, la segunda al trasplante de plantines de qauchi (*Suaeda fruticosa*, Moq.), y la tercera se refiere a la germinación.

### Fase 1. Siembra

Comprende desde la preparación del sustrato, obtención de los tres estados de semilla a evaluarse (periantada, limpia, y embriones), preparación de las tres concentraciones de cloruro de sodio y la siembra. El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar con arreglo factorial cuyo modelo estadístico lineal es el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + \rho_i + \alpha_j + \beta_k + \gamma_l + (\alpha\beta)_{jk} + (\alpha\gamma)_{jl} + (\beta\gamma)_{kl} + (\alpha\beta\gamma)_{ijl} + \varepsilon_{ijkl}$$

### Factores de estudio

- ❖ **A:** Soluciones de Cloruro de sodio (0, 2, 4, 6 gramos por litro)
- ❖ **B:** Tipo de sustrato (suelo salino, suelo agrícola)
- ❖ **C:** Estados de semilla (periantada, limpia y embriones)

**Variable de estudio:** Porcentaje de emergencia con respecto a las concentraciones

## **Fase 2. Trasplante de plantines**

Esta fase corresponde al trasplante de plantines de qauchi (*Suaeda fruticosa*, Moq.), provenientes del almacigo, tiene el propósito

de comparar su resistencia a la aplicación mediante el riego a las concentraciones salinas; para su evaluación se aplicó un diseño factorial.

$$\eta_{ijk} = \log E(Y_{ijk}) = \eta + \beta_j + \tau_i + \theta_k + \tau\theta_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

**VARIABLES DE ESTUDIO:** Altura planta, Diámetro del tallo, Desarrollo de ramas basales, Desarrollo de ramas mediales, Desarrollo de ramas apicales, Inserción foliar del tallo,

concentraciones de Cloruro de Sodio, se construyó una cámara germinadora lo que permite controlar la temperatura y humedad; proceso evaluado durante un lapso de 10 semanas.

## **Fase 3. Germinación**

### **Prueba de germinación**

Para realizar la prueba de germinación en cada una de los tres estados de semilla aplicando

El diseño experimental utilizado es el Bloques al Azar con arreglo factorial, el modelo estadístico lineal para su evaluación es el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + \rho_i + \alpha_j + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \varepsilon_{ijkl}$$

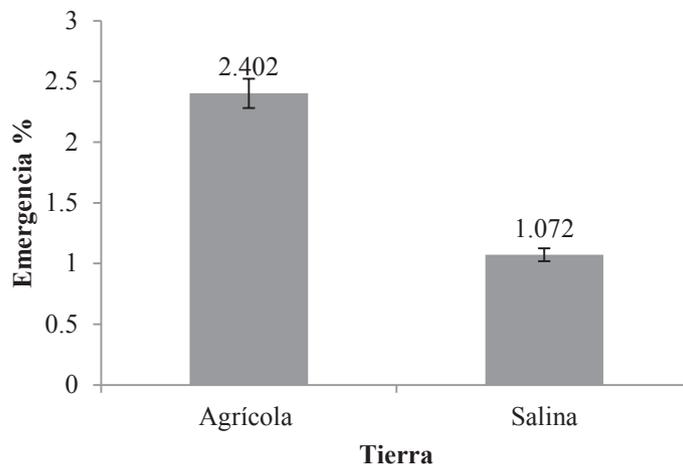
## **Resultados y Discusión**

### **Fase 1: Siembra directa de semilla de qauchi (*Suaeda fruticosa*, Moq.)**

La siembra directa de semilla de qauchi (*Suaeda fruticosa*, Moq.) realizada en macetas, permitió evaluar su emergencia mediante la

aplicación de tres factores: tierra (agrícola y salina), concentraciones de cloruro de sodio (2, 4, 6 g/l más su testigo 0g/l); y estado de semilla (periantada, limpia y embriones).

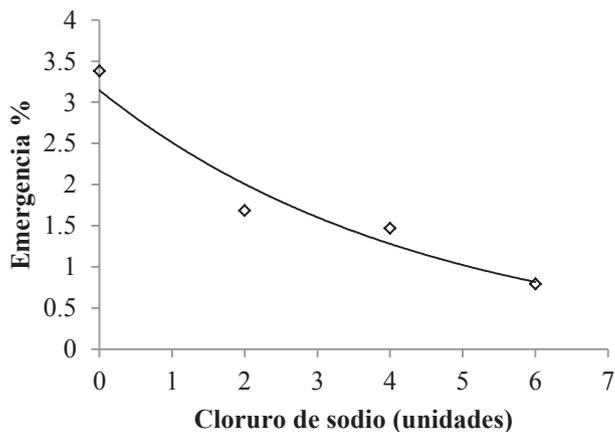
Según el análisis de varianza significativas efectos simples los factores tierra (P: 0.01) y concentración de NaCl (P: 0.05).



**Figura 1.** Efecto del tipo de tierra sobre la emergencia del qauchi (*Suaeda fruticosa*, Moq.).

La Figura 1, muestra la diferencia existente entre el promedio de las medias de los sustratos aplicados tanto salino como agrícola, observándose una mayor emergencia con 2.4 % en tierra agrícola a diferencia del medio

salino que alcanzó a 1.1 %. Este resultado se debe a las condiciones del suelo salino donde las sales inhiben en alguna manera la capacidad germinativa de las semillas del qauchi.



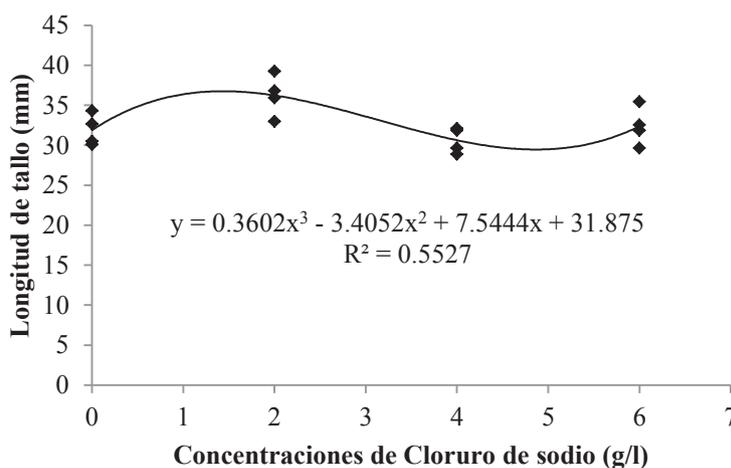
**Figura 2.** Efecto de las concentraciones de NaCl sobre la emergencia del qauchi (*Suaeda fruticosa*, Moq.).

La Figura 2 indica que el efecto de las concentraciones de cloruro de sodio, donde a 0 g/l (Testigo) se tuvo una mayor emergencia de plántulas, seguido del nivel 2 y 4 y 6 g/l en orden descendente. Estos resultados manifiestan que el estado más sensible de la planta que limita el incremento de su densidad dentro una pradera, está relacionada con el constante aumento de la salinidad, lo que reduce el proceso germinativo y emergencia.

**Fase 2: Transplante y desarrollo vegetativo del qauchi (*Suaeda fruticosa*, Moq.).**

**Longitud del tallo**

En el análisis de varianza solo la concentración de NaCl presentó significación (P: 0.05). El efecto de las concentraciones de NaCl se ajusta a la tendencia cúbica (Figura 3) observándose longitudes de tallo mayor a 2 y 6 g/l de NaCl.



**Figura 3.** Efecto del cloruro de sodio sobre la longitud de tallo del qauchi (*Suaeda fruticosa*, Moq.).

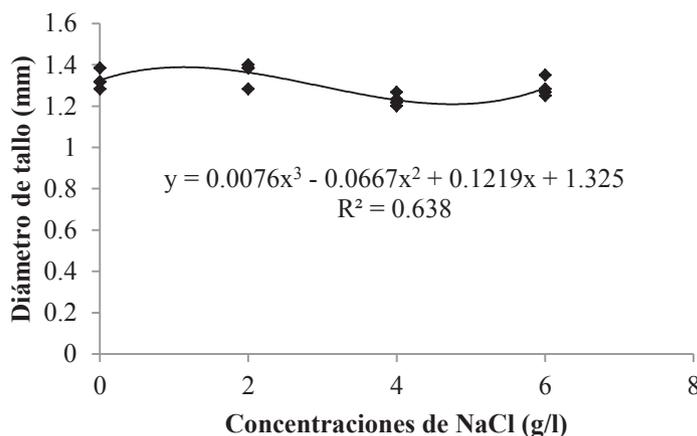
Esto indica que una cantidad no excesiva de cloruro de sodio no altera el crecimiento del tallo, por lo contrario coadyuva al mecanismo

del potencial osmótico en el déficit hídrico, como resultado se obtiene mayor crecimiento vegetativo.

**Diámetro de tallo**

El diámetro de tallo también presentó respuesta significativa (P. 0.01) a la concentración de

NaCl, donde se observó mayor diámetro a 2 y 6 g/l de NaCl ajustada a la función cúbica (Figura 4)

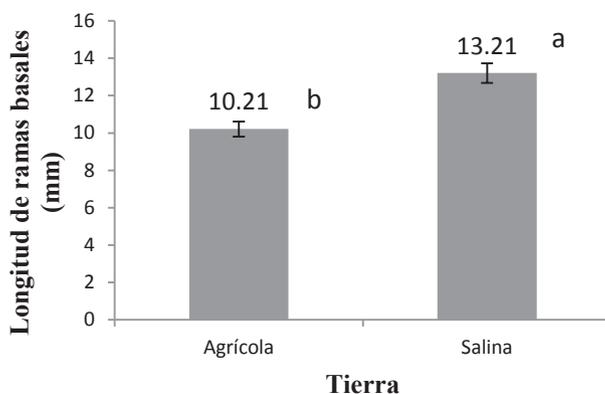


**Figura 4.** Efecto del cloruro de sodio sobre el diámetro de tallo del gauchi (*Suaeda fruticosa*, Moq.)

**Longitud de ramas basales**

La longitud de las ramas basales presentó significación estadística para el medio tierra y

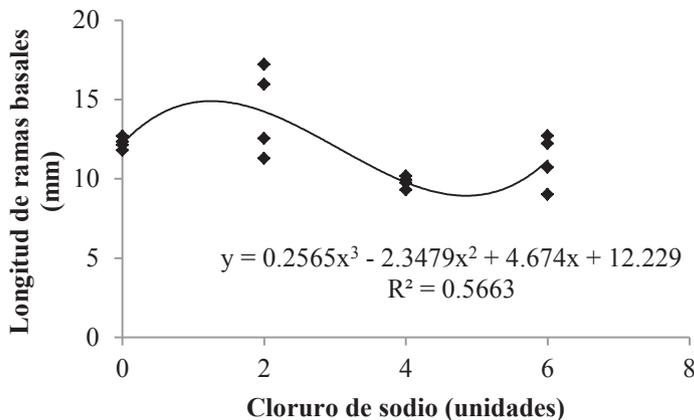
concentración de NaCl en sus efectos simples (P: 0.01). En la Figura 5, muestra una mayor proliferación de ramas basales en tierra salina que en agrícola.



**Figura 5.** Efecto del tipo de tierra sobre la longitud de ramas basales del gauchi (*Suaeda fruticosa*, Moq.)

Esto indica el que las plántulas a medida que expresan su capacidad genotípica al medio salino al obtener un mayor crecimiento

hacia los laterales favoreciendo a un mayor engrosamiento caulinar que le brinda un soporte ante adversidades climáticas.

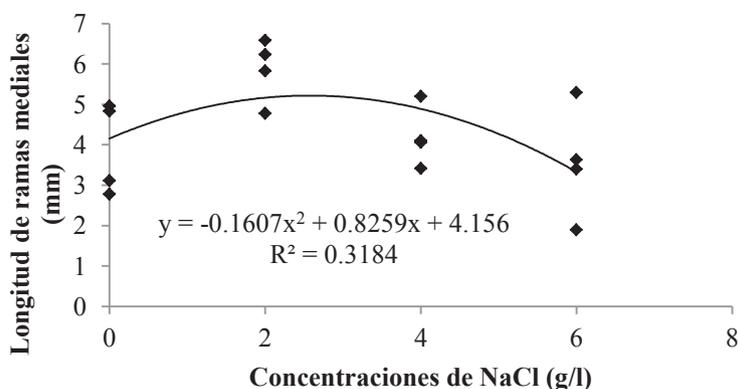


**Figura 6.** Efecto del cloruro de sodio sobre la longitud de ramas basales del gauchi (*Suaeda fruticosa*, Moq.)

La Figura 6, determina que al nivel de concentración de cloruro de sodio de 2 g/l, se tuvo un mayor crecimiento, asimismo la línea

de tendencia cúbica expresa un mejor ajuste de la longitud de ramas basales.

**Longitud de ramas mediales**

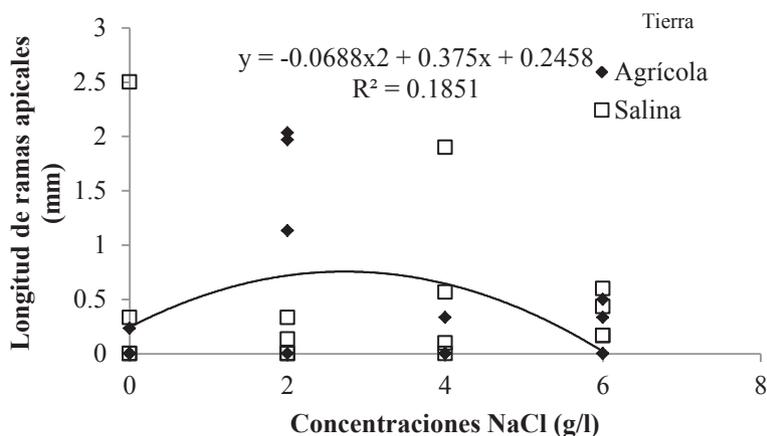


**Figura 7.** Efecto del cloruro de sodio sobre la longitud de ramas mediales del gauchi (*Suaeda fruticosa*, Moq.)

La longitud de las ramas mediales presento significación estadística solo para las concentraciones de NaCl (P: 0.01). Esta respuesta posee una tendencia cuadrática donde existe una mayor longitud de ramas

mediales a la concentración de 2 g/l de NaCl, posteriormente la longitud es menor a 4 y 6 g/l de NaCl. Por tanto la presencia de sal en bajas concentraciones como en el presente caso son necesarios para la planta.

### Longitud de ramas apicales

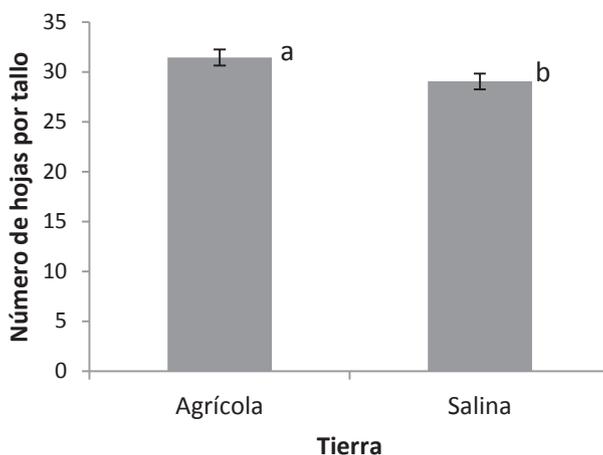


**Figura 8.** Efecto de la interacción del cloruro de sodio más el sustrato sobre la longitud de ramas apicales del qauchi (*Suaeda fruticosa*, Moq.).

La longitud de las ramas apicales presenta significación a P: 0.01 al efecto de la interacción del medio tierra\*concentración de NaCl. En la Figura 8, muestra la concentración de cloruro de sodio (NaCl) incide al medio de tierra agrícola y no presenta ningún efecto en el medio de tierra salina. De esta forma se observa que en la concentración de 2 g/l de NaCl en tierra agrícola existe un mayor desarrollo y brotamiento de ramas apicales.

### Presencia foliar del tallo

La presencia de hojas por tallo y planta fue significativo para el efecto del medio tierra a P: 0.05, donde en el sustrato de tierra agrícola se observa mayor cantidad de hojas que en plantas en tierra salina (Figura 9).



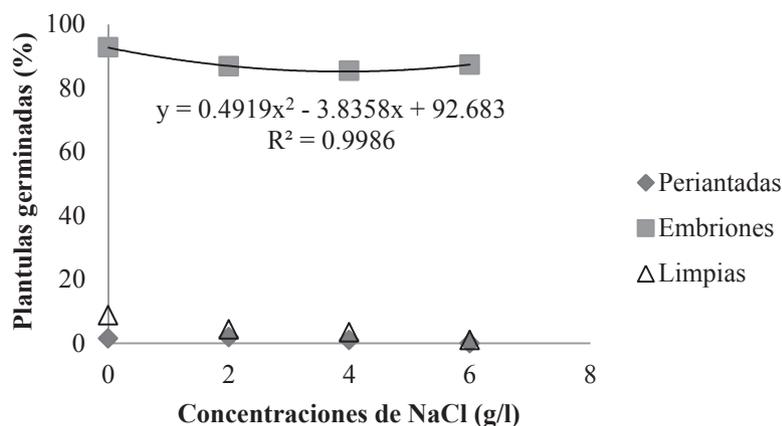
**Figura 9.** Efecto del tipo de tierra sobre el número de hojas/tallo del quachi (*Suaeda fruticosa*, Moq.)

### **Fase 3 Germinación**

Esta fase se aplicó evaluándose el porcentaje de germinación en tres estados de semilla (periantada, limpia y embriones) en cuatro concentraciones salinas (0, 2, 4 y 6 g/l de NaCl).

El análisis de varianza fue significativo para el estado de semilla, concentración de NaCl e interacción de ambos factores a P: 0.01. La Figura 10 muestra las respuestas germinativas de los tipos de semilla, donde los embriones presentan mayor porcentaje de germinación frente a las periantadas y limpias. El efecto de las concentraciones de cloruro de sodio en semillas tipo embriones

disminuye aproximadamente de 92 a 87 % de germinación de las concentración de 0 a 6 g/l de Na/Cl. La etapa más susceptible de la planta es la germinación más si esta es sometida a elevadas concentraciones de cloruro de sodio, lo cual es uno de los mayores factores limitantes para el desarrollo de la semilla, esto dificulta o impide la absorción de agua, y puede producir toxicidad por acumulo de iones de sodio en los tejidos, causando el impedimento de la germinación. Este resultado se debe probablemente a la Conductividad Eléctrica y pH. Es decir se incrementa con el aumento gradual de las concentraciones de Cloruro de sodio, en la que llego hasta los niveles más excesivos de 17.28 dSm<sup>-1</sup> clasificando a este suelo como extremadamente salino.



**Figura 10.** Efecto del cloruro de sodio sobre la germinación en qauchi (*Suaeda fruticosa*, Moq.)

### Conclusiones

La evaluación de la emergencia, en la fase 1 (siembra), con la aplicación de los factores tierra y las concentraciones de sal en sus distintos niveles, fue altamente significativa, esto muestra que la mayor emergencia presente en el suelo agrícola se debe a las mejores características físicas, químicas y biológicas que favorecen este proceso biológico. La aplicación de cloruro de sodio indica que a medida que se incrementa las concentraciones de salinidad el porcentaje de emergencia de las plántulas se reduce al igual que la emergencia de la semilla; la que se reduce significativamente cuando estas concentraciones de sal se aplican en los suelos salinos.

La evaluación cuantitativa de las variables morfológicas de las plantas establecidas por trasplante indica lo siguiente: El crecimiento en longitud y el grosor del tallo es mayor con una concentración de 2 g/l de NaCl, esto indica que una cantidad no excesiva de sal no altera el crecimiento del tallo hasta el periodo donde se

concluyó el ensayo.

El número de ramas basales fueron mayores en el suelo salino y a un nivel de 2 g/l, su crecimiento tiene mayor porte y es erguido, revelando su punto óptimo de desarrollo. Para la longitud de ramas mediales dentro el factor suelo, no presentó diferencias respecto a las concentraciones de NaCl el nivel de 2 g/l coadyuva con un mejor crecimiento de ramas. La longitud de ramas apicales muestra que el nivel de 2 g/l en tierra agrícola tuvo mayor crecimiento comparativamente distinto al suelo salino; esto se debe a que los niveles de cloruro de sodio y las condiciones física química y biológica del suelo influyeron sobre su crecimiento.

Por otra parte, en el análisis de suelos la Conductividad Eléctrica y pH. Se incrementa con el aumento gradual de las concentraciones de Cloruro de sodio hasta los niveles más excesivos (17.28 dSm<sup>-1</sup>) clasificando a este suelo como extremadamente salino.

El análisis de la germinación (fase 3), indica que el estado de semilla utilizada (periantada, limpia y embriones), tuvieron efecto significativo al igual que los niveles de concentración de cloruro de sodio y la interacción de ambos fue comparativamente diferente. Teniéndose un mayor porcentaje de germinación con la utilización de embriones (90 %).

### Referencias Citadas

- Allarkhverdiev (2000), “Ionic and osmotic effects of NaCl-induced inactivation of photosystems I and II in *Synechococcus* sp”, Plant Physiol pp: 1047 – 1056.
- Alzérreca A. (2004), “Plantas forrajeras nativas y su potencial para la producción de semillas”, XV Reunión Nacional de la Asociación Boliviana de Producción Animal (ABOPA) Medio Ambiente, Oruro, Bolivia pp: 271 – 278.
- Iquize E. (1994), “Componentes del rendimiento en materia seca de Kauchi (*Suaeda fruticosa* Moq.)”, Tesis de grado, Departamento de Fitotecnia, Facultad de ciencias Agrícolas y Pecuarias, Universidad Técnica de Oruro. 130 p Oruro, Bolivia.
- Morón E. (1992), “Anatomía y morfología del kauchi (*Suaeda fruticosa* Moq.) en el altiplano central del departamento de Oruro”, Tesis de grado, Departamento de Fitotecnia, Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, Universidad Técnica de Oruro 151 p Oruro, Bolivia.
- (2006), “Halófitas: Plantas Tolerantes a la Salinidad”, 107 p Oruro, Bolivia.
- (2008), “Evaluación de halófitas en suelos salinos”, V Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, Oruro, Bolivia.
- PREFECTURA DEL DEPARTAMENTO DE ORURO (DDRNMA) (2005), “Plan de Acción Ambiental del Departamento de Oruro (PAADO)” pp. 20 – 43, Oruro, Bolivia.
- SAS INSTITUTE INC. (2011), “Documentation for SAS – vers. 8.0”, Disponible en URL: <<http://v8doc.sas.com/sashtml/>>, Acceso enero 15, 2011.